

## SIMULASI INTEGRATED-OPTIC DOPPLER VELOCIMETER (SIMULATION OF INTEGRATED-OPTIC VELOCIMETER)

Retno Ayu Satutie<sup>1</sup>, Suwandi<sup>2</sup>, Ruam Efendi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Transmisi dan proses penumpangan sinyal oleh serat optik dibandingkan dengan arus listrik ataupun gelombang radio telah menjadi topik yang sangat menarik sejak awal tahun 1960an, dimana saat itu perkembangan teknologi laser pertama dilayani oleh suatu sumber tetap dari cahaya yang koheren untuk beberapa aplikasi.

Pengukuran kecepatan benda secara tak kontak dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan gelombang cahaya laser. Integrated-optic Doppler Velocimeter, adalah suatu perangkat ukur kecepatan benda dengan menggunakan sinar laser yang bekerja berdasarkan efek Doppler dan pelayangan gelombang. Pada perangkat ini diperlukan syarat koherensi yang tinggi agar dua berkas laser dapat berinterferensi.

Pada tugas akhir ini akan dibuat simulasi pengukuran kecepatan aliran darah manusia dengan menggunakan Integrated-optic Doppler Velocimeter. Untuk perhitungan dan visualisasi dilakukan dengan menggunakan tool MAT-LAB. Diharapkan dengan simulasi ini dapat mempermudah proses pembelajaran dalam memahami prinsip kerja dari perangkat.

Kata Kunci : -

---

### Abstract

Transmission and over signal process by fiber optic compared with electronic or radio wave has been an interesting object since 1960's, where the development of laser technology served for the first time by a static resource from the coherent lights for some application.

No contact measurement of velocity can be done for example by using the laser light wave. Integrated-optic Doppler Velocimeter is measurement equipment by using the laser light that working according to the Doppler Effect and wave soaring. This equipment requires a high coherent requisite for the interferential of two shaft of laser.

This final project will show the simulation of human blood circulation velocity by using Integrated-optic Doppler Velocimeter. The measurement and visualization will be using the MAT-LAB tool. This simulation is expected to make the learning process become easier in understanding the principal of the system.

Keywords : -

Telkom  
University

### **BAB III KOMPONEN-KOMPONEN PADA DOPPLER VELOCIMETER**

Bab ini menjelaskan komponen apa saja yang terdapat dalam Integrated Optic Doppler Velocimeter, baik komponen utama maupun komponen pendukungnya.

### **BAB IV PERANCANGAN DAN ANALISIS**

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem simulasi, prinsip kerja alat, serta analisis dari hasil yang dibaca dari perhitungan rumus dan besarnya pengukuran kecepatan yang dihasilkan (yang ditampilkan pada simulator).

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir ini serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.



memahami prinsip kerjanya dan mampu memperkirakan apakah instrumen tersebut sesuai untuk pemakaian yang telah direncanakan.

#### 1.4. Batasan Masalah

Dalam rangka menghindari meluasnya materi pembahasan Tugas Akhir ini, maka penulis membatasi permasalahan dalam tugas akhir ini hanya mencakup simulasi cara kerja dalam Optical Integrated Circuit dengan bahan  $\text{Ti:LiNbO}_3$ , tidak pada perangkat *spectrum analyzer* dan *Avalanche Photo Diode*.

#### 1.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan pada beberapa hal, antara lain :

1. Penelusuran literatur dari beberapa pustaka yang berkaitan dengan topik, baik berupa buku-buku ataupun jurnal-jurnal.
2. Diskusi dan konsultasi dengan ahli yang berkompeten di bidangnya.
3. Perumusan dan melakukan perhitungan.
4. Pembuatan visualisasi dengan menggunakan software MATLAB.
5. Melakukan analisis secara numerik hasil perhitungan yang didapat ditinjau dari parameter-parameter yang ditentukan.

#### 1.6. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memaparkan latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penyusunan tugas akhir, metode pemecahan masalah dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

##### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini membahas teori yang mendukung penyusunan tugas akhir ini yaitu mengenai perangkat *Integrated Optic Velocimeter*, persamaan gelombang optik, serta efek Doppler secara umum.

sumber-sumber gelombang yang lainnya, termasuk stabilitas frekuensi yang mantap, diameter sinar kecil ( koherensi yang tinggi ), dan juga energi fokus yang tinggi.

## 1.2. Tujuan

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Membuat simulasi *Integrated-optic Doppler Velocimeter* untuk mengukur aliran kecepatan darah dalam pembuluh dengan menggunakan inputan sinar laser yang berbeda.
2. Menentukan spesifikasi alat yaitu tentang berapa besarnya frekuensi referensi yang sebaiknya dipakai agar laser yang berbeda jenis tersebut dapat digunakan sebagai inputan *Integrated-optic Doppler Velocimeter*.
3. Dengan adanya simulasi ini diharapkan dapat membantu mempermudah proses pembelajaran dan pemahaman dalam menggunakan perangkat tersebut.

## 1.3. Perumusan Masalah

Umumnya, di dalam pengukuran dibutuhkan instrumen sebagai suatu cara fisis untuk menentukan suatu besaran (kuantitas) atau variable. Instrumen tersebut membantu peningkatan ketrampilan manusia dan dalam banyak hal memungkinkan seseorang untuk menentukan nilai dari suatu besaran yang tidak diketahui. Tanpa bantuan instrumen tersebut, manusia tidak dapat menentukannya. Dengan berkembangnya teknologi, tuntutan akan kebutuhan instrumen-instrumen yang lebih terpercaya dan lebih teliti semakin meningkat yang kemudian menghasilkan perkembangan-perkembangan baru dalam perencanaan dan pemakaian. Salah satunya adalah *Integrated-optic Doppler Velocimeter*, sebagai perangkat ukur kecepatan aliran darah dengan menggunakan sinar laser termodulasi yang bekerja berdasarkan efek Doppler dan pelayangan gelombang. Untuk menggunakan instrumen ini secara cermat, kita perlu

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Sistem komunikasi yang ada sekarang telah melewati suatu proses panjang. Dimulai dari komunikasi menggunakan gerakan tangan, dimana mata berfungsi sebagai detektor dan otak sebagai prosesor, lalu disusul dengan penggunaan asap, hingga pada 1960 ditemukan laser oleh T.H Maiman serta penemuan serat optik meskipun dengan redaman yang masih sangat besar.

Kemudian, konsep *Integrated Optic* muncul di akhir 1960-an, dimana kabel dan jaringan radio telah tergantikan oleh pandu gelombang cahaya serat optik, dan *electrical integrated circuits* yang sudah lazim digunakan mulai diganti dengan *Optical Integrated Circuits (OIC's)*. Meskipun ini merupakan bidang baru dari suatu percobaan, banyak aplikasi dari *Integrated Optic* yang berguna untuk dijadikan solusi dari berbagai permasalahan teknis yang ada.

Salah satunya adalah *Integrated-optic Doppler Velocimeter*, yaitu suatu perangkat ukur kecepatan benda dengan menggunakan sinar laser termodulasi yang bekerja berdasarkan efek Doppler. Pada perangkat ini diperlukan syarat koherensi yang tinggi agar dua berkas laser dapat berinterferensi.

*Integrated-optic Doppler Velocimeter* disusun sebagai mana pengukur aliran ataupun anemometer, yaitu dengan mendeteksi kecepatan dari muatan-muatan yang memantulkan dan diikuti dengan sebuah aliran medan yang tembus pandang. Alat ini juga dapat dipakai sebagai vibrometer ( pengukur getaran ) dengan cara memonitor siklus pantulan doppler shift dari sebuah permukaan yang bergetar. Bahkan dalam dunia medis alat ini juga telah dipakai dan dikembangkan untuk pengukuran aliran pada pembuluh darah.

*Integrated-optic Doppler Velocimeter* mengirimkan sebuah cahaya laser monokromatik menuju sasaran dan mengumpulkan pantulan radiasinya. Berdasarkan prinsip Doppler Effect, perubahan yang ada dalam bumbung gelombang dari pantulan radiasi merupakan fungsi dari kecepatan relatif dari objek sasaran. Sumber cahaya berupa sinar laser merupakan bagian penting dari alat ini. Sinar laser mempunyai banyak kelebihan melebihi sumber radiasi atau

## BABV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk penggunaan *Integrated Optic Doppler Velocimeter* dengan spesifikasi alat yang telah ditentukan [2], diketahui bahwa laser Argon dan HeNe dapat digunakan sebagai inputannya. Hal itu dikarenakan kedua laser tersebut dapat memberikan hasil pengukuran kecepatan darah manusia yang masih dalam rentang normal yaitu 6-8 mm/s. Dengan laser Argon kecepatan darah yang terukur adalah sebesar 6,25 mm/s. Sedangkan dengan menggunakan laser HeNe kecepatan darah yang terukur adalah sebesar 7,875 mm/s.
2. Penggunaan jenis laser yang berbeda ternyata memberikan pengaruh pada besarnya perubahan fasa akibat peristiwa elektro-optik. Yang mana hal itu berpengaruh kepada besarnya intensitas keluaran cahaya.
3. Untuk kasus lain, jika ternyata kecepatan yang terukur tidak sesuai dengan rentang normal kecepatan darah, lebih kecil ataupun lebih besar nilainya, dengan penggunaan spesifikasi frekuensi referensi tertentu pada alat *Integrated Optic Doppler Velocimeter* memungkinkan semua jenis laser (Argon, HeNe, NdYAG, maupun CO<sub>2</sub>) dapat dipakai sebagai inputan.
4. Kecenderungan yang terjadi pada hasil pengukuran kecepatan yang berbeda pada tiap laser adalah semakin besar kecepatan darah yang terukur maka perbandingan frekuensi referensi antar laser yang berbeda juga semakin besar.

#### 5.2 Saran

Untuk pengembangan Tugas Akhir selanjutnya, sebaiknya dilakukan analisis yang lebih detail pada tiap-tiap komponen, misalnya tentang pengaruh penggunaan tegangan  $V_c$  dan  $V_m$  pada proses elektro-optik dan hal-hal lainnya yang tidak dibahas pada Tugas Akhir ini.

## Daftar Pustaka

- [1] H. Toda, M. Haruna, and H. Nishihara, "Optical Integrated Circuit for a fiber laser Doppler velocimeter," *IEEE J. LT-5*, pp. 901-905, 1987.
- [2] H. Toda, M. Haruna, and H. Nishihara, "Integrated-optic device for a fiber laser Doppler velocimeter," *Electron Lett.*, vol. 22, no.19, pp. 982-984, 1986.
- [2] H. Toda, K. Kasazum, M. Haruna, H. Nishihara: *IEEE J. LT-7*, 364, 1989.
- [3] Hunsperger Robert G. "Integrated Optics: Theory and Technology", Springer-Verlag, 1982.
- [4] K. Wong, and R. M. De La Rue, "Electro-optic-waveguide frequency translator in  $\text{LiNbO}_3$  fabricated by proton exchange," *Opt. Lett.*, vol. 7, no. 11, pp. 546-548, 1982.
- [5] M. Izutsu, S. Shikama, and T. Sueta, "Integrated optical SSB modulator and phase shifter," *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. QE-17, no.11, pp. 2225-2227, 1981.
- [6] Resnick, Halliday, "FISIKA", Penerbit Erlangga, 1994.
- [7] R. Ulrich, "Integrated-optical single-sideband modulator and phase shifter," *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. QE-18, no. 4, pp. 767-771, 1982.
- [8] S. Thaniyavarn, "Wavelength independent, optical damage immune z-propagation  $\text{LiNbO}_3$  waveguide polarization converter," *Appl. Phys. Lett.*, vol.47, no.7, pp.674-677, 1985.

Telkom  
University